



(51) Internationale Patentklassifikation ⁶ : G05F 3/26	A1	(11) Internationale Veröffentlichungsnummer: WO 97/4472 (43) Internationales Veröffentlichungsdatum: 27. November 1997 (27.11.97)
---	----	---

(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/DE97/00939
(22) Internationales Anmeldedatum: 9. Mai 1997 (09.05.97)
(30) Prioritätsdaten: 196 20 181.0 20. Mai 1996 (20.05.96) DE
(71) Anmelder (für alle Bestimmungsstaaten ausser US): SIEMENS AKTIENGESELLSCHAFT [DE/DE]; Wittelsbacherplatz 2, D-80333 München (DE).
(72) Erfinder; und (75) Erfinder/Anmelder (nur für US): BLOCH, Martin [DE/DE]; Zirler Strasse 4a, D-82194 Gröbenzell (DE).

(81) Bestimmungsstaaten: BR, CN, JP, KR, MX, RU, UA, US europäisches Patent (AT, BE, CH, DE, DK, ES, FI, FR GB, GR, IE, IT, LU, MC, NL, PT, SE).

Veröffentlicht

Mit internationalem Recherchenbericht.
Vor Ablauf der für Änderungen der Ansprüche zugelassene Frist. Veröffentlichung wird wiederholt falls Änderungen eintreffen.

(54) Title: BANDGAP-REFERENCE VOLTAGE CIRCUIT FOR PRODUCING A TEMPERATURE-COMPENSATED REFERENCE VOLTAGE

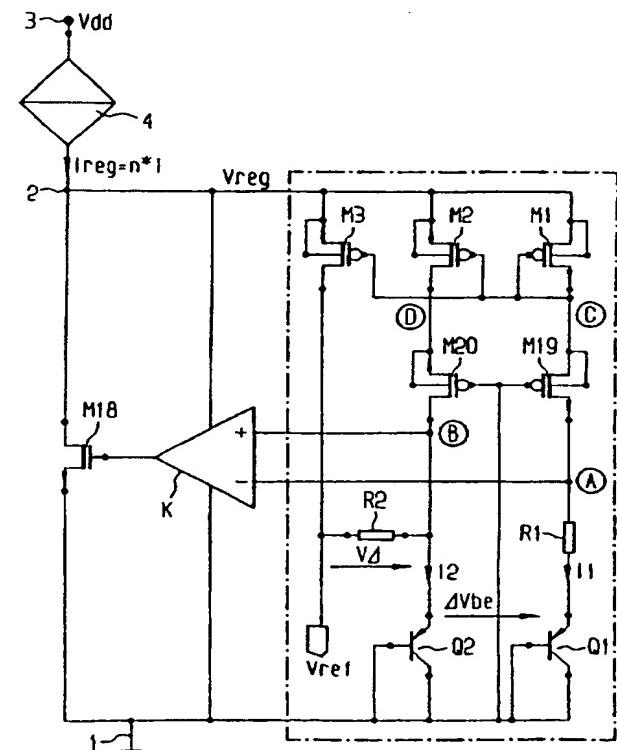
(54) Bezeichnung: BANDGAP-REFERENZSPANNUNGSSCHALTUNG ZUR ERZEUGUNG EINER TEMPERATURKOMPENSIERTEN REFERENZSPANNUNG

(57) Abstract

A voltage V_{reg} is controlled which is led off from the distribution voltage by a controlled voltage divider. The voltage V_{reg} is at a higher potential than the reference voltage V_{ref} . An essential portion of the circuit layout is formed by resistors the conductivity of which decreases with rising temperature. These resistors are each connected into one voltage divider, the voltage divider point (A, B) of which remains connected with the input of a differential amplifier (K).

(57) Zusammenfassung

Es wird eine Spannung V_{reg} , welche durch einen geregelten Spannungsteiler von der Versorgungsspannung abgeleitet wird, geregt. Die Spannung V_{reg} liegt auf einem höheren Potential als die Referenzspannung V_{ref} . Wesentlicher Bestandteil der Schaltungsanordnung sind Widerstände mit abnehmendem Leitwert bei steigender Temperatur. Diese Widerstände sind in jeweils einen Spannungsteiler eingeschleift, deren jeweiliger Spannungsteilerpunkt (A, B) mit dem Eingang einer Differenzverstärkereinrichtung (K) in Verbindung steht.



ILEDIGLICH ZUR INFORMATION

Codes zur Identifizierung von PCT-Vertragsstaaten auf den Kopfbögen der Schriften, die internationale Anmeldungen gemäss dem PCT veröffentlichen.

AL	Albanien	ES	Spanien	LS	Lesotho	SI	Slowenien
AM	Armenien	FI	Finnland	LT	Litauen	SK	Slowakei
AT	Österreich	FR	Frankreich	LU	Luxemburg	SN	Senegal
AU	Australien	GA	Gabun	LV	Lettland	SZ	Swasiland
AZ	Aserbaidschan	GB	Vereinigtes Königreich	MC	Monaco	TD	Tschad
BA	Bosnien-Herzegowina	GE	Georgien	MD	Republik Moldau	TG	Togo
BB	Barbados	GH	Ghana	MG	Madagaskar	TJ	Tadschikistan
BE	Belgien	GN	Guinea	MK	Die ehemalige jugoslawische Republik Mazedonien	TM	Turkmenistan
BF	Burkina Faso	GR	Griechenland	ML	Mali	TR	Türkei
BG	Bulgarien	HU	Ungarn	MN	Mongolci	TT	Trinidad und Tobago
BJ	Benin	IE	Irland	MR	Mauretanien	UA	Ukraine
BR	Brasilien	IL	Israel	MW	Malawi	UG	Uganda
BY	Belarus	IS	Island	MX	Mexiko	US	Vereinigte Staaten von Amerika
CA	Kanada	IT	Italien	NE	Niger	UZ	Usbekistan
CF	Zentralafrikanische Republik	JP	Japan	NL	Niederlande	VN	Vietnam
CG	Kongo	KE	Kenia	NO	Norwegen	YU	Jugoslawien
CH	Schweiz	KG	Kirgisistan	NZ	Neuseeland	ZW	Zimbabwe
CI	Côte d'Ivoire	KP	Demokratische Volksrepublik Korea	PL	Polen		
CM	Kamerun	KR	Republik Korea	PT	Portugal		
CN	China	KZ	Kasachstan	RO	Rumänien		
CU	Kuba	LC	St. Lucia	RU	Russische Föderation		
CZ	Tschechische Republik	LJ	Liechtenstein	SD	Sudan		
DE	Deutschland	LK	Sri Lanka	SE	Schweden		
DK	Dänemark	LR	Liberia	SG	Singapur		
EE	Estland						

Beschreibung

BANDGAP-REFERENZSPANNUNGSSCHALTUNG ZUR ERZEUGUNG
EINER TEMPERATURKOMPENSIERTEN REFERENZSPANNUNG

5

Die Erfindung betrifft eine Bandgap-Referenzspannungsschaltung zur Erzeugung einer temperaturkompensierten Referenzspannung mit einem zwischen einer ersten und einer zweiten Spannungsklemme geschalteten ersten und zweiten Spannungsteiler, die jeweils einen an die erste Spannungsklemme als Diode geschalteten Transistor aufweisen, wobei der Transistor im ersten Spannungsteiler über einen ohmschen Widerstand und der Transistor im zweiten Spannungsteiler direkt an einen Spannungsteilerpunkt des jeweiligen Spannungsteilers geschaltet ist und die beiden Spannungsteilerpunkte jeweils über eine Widerstandseinrichtung an die zweite Spannungsklemme geschaltet sind, welche ausgangsseitig an die erste Spannungsklemme, mit ihrem invertierenden Eingang an den Spannungsteilerpunkt des ersten Spannungsteilers und mit ihrem nichtinvertierenden Eingang an den Spannungsteilerpunkt des zweiten Spannungsteilers geschaltet ist.

Bei den meisten integrierten Schaltungen wird eine sehr genaue, temperatur- und eingangsspannungsunabhängige Referenzspannung benötigt. Um eine solche zu erzeugen, bedient man sich im allgemeinen einer Bandgap-Referenzspannungsschaltung, wie diese beispielsweise aus der Veröffentlichung Gruber/Dudek: "Prochip PROMETHEUS Abschlußbericht: Robust Analog Design" des Institutes für Mikroelektronik Stuttgart, Seiten 2 bis 40 und insbesondere auf Seite 30, beschrieben ist. Diese Schaltungen weisen alle eine gemeinsame Charakteristik auf: Stets werden genau aufeinander angepaßte Polysiliziumwiderstände eingesetzt, deren Größe sich umgekehrt proportional zum jeweiligen Stromverbrauch der Schaltungsanordnung verhält. Als Größenanordnung kommt zum Beispiel ein Gesamtwiderstand von 870 k Ω bei einem Stromverbrauch von 14 μ A in Betracht.

In Fig. 1 ist die Schaltungsanordnung einer bekannten Bandgap-Referenzspannungsschaltung dargestellt. Die Schaltungsanordnung von Fig. 1 weist eine Differenzverstärkereinrichtung, 5 hier einen Komparator K auf, dessen invertierender und nicht-invertierender Eingang jeweils mit einem Spannungsteilerpunkt eines Spannungsteilers in Verbindung steht. Ein erster dieser Spannungsteiler ist zwischen eine erste Spannungsklemme 1, die an Bezugspotential geschaltet ist, und eine zweite Spannungsklemme 2 geschaltet. An der zweiten Spannungsklemme 2 10 ist die zu erzeugende temperaturkompensierte Referenzspannung Vref abgreifbar. Der erste Spannungsteiler weist die Reihenschaltung eines Widerstandes R2 und einen als Diode geschalteten Bipolartransistor Q2 auf. Der Kollektor- und Basisanschluß dieses Bipolartransistors Q2 steht mit der ersten Spannungsklemme 1 in Verbindung, während dessen Emitteranschluß über den erwähnten Widerstand R2 mit der zweiten Spannungsklemme 2 in Verbindung steht. Der Verbindungspunkt des Widerstandes R2 und des Bipolartransistors Q2 ist mit dem 15 nichtinvertierenden Eingang des Komparators K in Verbindung. Ein zweiter Spannungsteiler ist ebenfalls zwischen die erste Spannungsklemme 1 und zweite Spannungsklemme 2 geschaltet. Dieser zweite Spannungsteiler besteht aus der Reihenschaltung eines Widerstandes R1, eines weiteren Widerstandes R3 und ei- 20 nes Bipolartransistors Q1, dessen Kollektor- und Basisanschluß wiederum an die erste Spannungsklemme 1 geschaltet sind. Der Verbindungspunkt der Widerstände R1 und R3 ist mit dem nichtinvertierenden Eingang des Komparators K in Verbin- 25 dung. Die beiden erwähnten Bipolartransistoren Q1 und Q2 sind beispielsweise, wie Fig. 2 zeigt, meist parasitäre, vertikale Bipolartransistoren und im vorliegenden Beispiel p-Kanal-Bipolartransistoren. Eine Ausgangsklemme des Komparators K ist mit dem Gate-Anschluß eines n-Kanal-MOSFET in Verbindung, dessen Laststrecke zwischen die erste Spannungsklemme 1 und 30 zweite Spannungsklemme 2 geschaltet ist. Schließlich weist die bekannte Schaltungsanordnung von Fig. 1 noch eine dritte Spannungsklemme 3 auf, die an einer Versorgungsspannung Vdd 35

angeschlossen ist. Zwischen die zweite Spannungsklemme 2 und die dritte Spannungsklemme 3 ist im vorliegenden Ausführungsbeispiel ein p-Kanal-MOSFET geschaltet, dessen Gate-Anschluß von einer Steuerspannung V_{bias} beaufschlagt wird, um eine Stromquelle zu realisieren.

Die beiden Bipolartransistoren Q1 und Q2 werden in dieser bekannten Schaltungsanordnung mit verschiedenen Stromdichten I_1 und I_2 betrieben. Dies soll für unterschiedliche Emitter-Basis-Spannungen V_{be1} und V_{be2} an den Bipolartransistoren Q1 und Q2 gemäß folgender Beziehung geschehen:

$$(1) V_{be1/2} = V_T * \ln\left(\frac{I_{1/2}}{I_s}\right) \text{ mit } V_T = \frac{kT}{e},$$

wobei $K = 1,380 \cdot 10^{-23} \text{ JK}^{-1}$ (Boltzmann-Konstante) und $e = 1,602 \cdot 10^{-19} \text{ C}$ (Elementarladung).

Die entstehende Spannungsdifferenz ΔV_{be} zwischen den beiden Emitteranschlüssen der Bipolartransistoren Q2 und Q1 ist direkt proportional zur Betriebstemperatur der Schaltungsanordnung und weist einen positiven Temperaturkoeffizienten auf, wie die nachfolgende Beziehung zeigt:

$$(2) \Delta V_{be} = V_{be2} - V_{be1} = V_T \cdot \ln\left(M \frac{I_2}{I_1}\right)$$

wobei M das Verhältnis der Emitterfläche des Bipolartransistors Q1 zur Emitterfläche und des Bipolartransistors Q2 ist.

Diese Spannungsdifferenz ΔV_{be} wird verstärkt zur Emitter-Basis-Spannung des Bipolartransistors Q2 addiert, so daß dessen negativer Temperaturkoeffizient kompensiert wird. Die entstehende Summenspannung ist die Referenzspannung V_{ref} und liegt in etwa in der Größenordnung 1,2 V.

Die unterschiedlichen Stromdichten und die Verstärkung der Spannung ΔV_{be} werden bei der bekannten Schaltungsanordnung von Fig. 1 durch die Größe der verwendeten Widerstände R1, R2 und R3 sowie die Emitterflächen der Bipolartransistoren Q1
5 und Q2 gemäß

$$(3) \frac{\partial V_{be2}}{\partial T} = -\frac{R_1}{R_3} \frac{\partial \Delta V_{be}}{\partial T} = -\frac{R_1}{R_3} \frac{k}{e} \ln \left[M \frac{R_1}{R_2} \right] \quad \text{mit } \frac{\partial V_{be2}}{\partial T} \equiv -2mV$$

10 eingestellt. Der Komparator K mit nachfolgender Endstufe in Form des MOSFET M30 sorgt dabei dafür, daß die Spannungsteilpunkte A und B auf gleichem Potential liegen.

15 Die Hauptproblematik dieser bekannten Schaltungsanordnung liegt in der Realisierung der benötigten Widerstände R1, R2 und R3. In der integrierten Schaltungstechnik werden aufgrund der hohen Anforderungen an die Genauigkeit dieser Widerstände nur solche aus Polysilizium verwendet. Solche Polysiliziumwiderstände besitzen in Logikprozessen meistens nur einen sehr
20 kleinen Flächenwiderstand, der etwa in der Größenordnung 20 bis 100Ω/Square liegt. Dem Schaltungsentwickler dieser bekannten Bandgap-Referenzspannungsschaltung stehen also, sofern die Schaltungsanordnung in einem Logikprozeß gefertigt werden soll, nur verhältnismäßig niederohmige Polysilizium-
25 bahnen zur Verfügung. Dies führt unter der aktuellen Design-Forderung nach minimalem Stromverbrauch zu einem untragbar großen Flächenverbrauch auf dem Halbleiterkörper.

Der Erfindung liegt deshalb die Aufgabe zugrunde, eine Bandgap-Referenzspannungsschaltung anzugeben, bei der kleine Polysiliziumflächenwiderstände ausreichend sind und die deshalb für die Verwendung in einem Logikprozeß geeignet sind. Die Schaltungsanordnung soll hierbei eine genaue, temperatur- und eingangsspannungsunabhängige Referenzspannung unter Verwendung verhältnismäßig kleiner Widerstände erzeugen, wobei der Stromverbrauch im Vergleich zu den bekannten Bandgap-

Referenzspannungsschaltungen nicht erhöht sein soll. Des weiteren soll die Schaltungsanordnung gutes Matching der Bauelemente untereinander ermöglichen und damit zu einer hohen Ausbeute bei der Fertigung beitragen.

5

Diese Aufgabe wird bei der eingangs genannten Bandgap-Referenzspannungsschaltung dadurch gelöst, daß die Widerstandseinrichtungen durch Widerstandselemente mit abnehmendem Leitwert bei steigender Temperatur gebildet und über eine Stromspiegelanordnung an die zweite Spannungsklemme angeschlossen sind, daß an den Spannungsteilerpunkt des zweiten Spannungsteilers ein ohmscher Widerstand geschaltet ist, welcher mit seiner freien Klemme, an der die temperaturkompensierte Referenzspannung abgreifbar ist, über die Laststrecke eines Transistors an die zweite Spannungsklemme geschaltet ist, wobei der Steueranschluß dieses Transistors mit dem Verbindungspunkt der Stromspiegelanordnung und den Widerstandseinrichtungen verbunden ist, daß Versorgungsklemmen der Differenzverstärkeranordnung mit der ersten und zweiten Spannungsklemme verbunden sind, und daß eine regelbare Stromquelle zwischen die zweite Spannungsklemme und eine dritte Spannungsklemme geschaltet ist.

Bei der erfindungsgemäßen Schaltungsanordnung wird im Gegen-
25 satz zu den bekannten Bandgap-Referenzspannungsschaltungen nicht die Referenzspannung selbst direkt geregelt, sondern vielmehr die an der zweiten Spannungsklemme anstehende Regelspannung, welche auf einem höheren Potential liegt. Dies sorgt dafür, daß Störungen in der Versorgungsspannung, die an
30 die dritte Spannungsklemme angeschlossen ist, besser gedämpft werden und kleinere Störamplituden in der Referenzspannung erzeugen. Des weiteren ist durch diese Entkopplung die Stabilität des Bandgap-Regelkreises gewährleistet.

35 Vorzugsweise wird die Regelspannung an der zweiten Spannungsklemme durch einen geregelten Spannungsteiler eingestellt. Dabei wird ein durch die Bandgap-Referenzspannungsschaltung

bestimmter Konstantstrom eingeprägt. Eine Regelabweichung an den Spannungsteilerpunkten der beiden Spannungsteiler und damit an den Differenzspannungseingang der Differenzverstärkeranordnung wird durch die Differenzverstärkungsanordnung verstärkt und durch eine Änderung der Gate-Source-Spannung in einem Endstufentransistor ausgeregelt. Vorzugsweise besitzt der Komparator zur Verkleinerung des Komparatoroffsets eine symmetrische Eingangsstufe. Um ein stabiles Arbeiten des Regelkreises zu gewährleisten kann ein Dämpfungsglied zwischen den Drainanschluß und den Gateanschluß des Endstufentransistors eingebaut werden.

In einer bevorzugten Weiterbildung der Erfindung sind die erwähnten Widerstandselemente mit abnehmendem Leitwert bei steigender Temperatur durch MOSFETs realisiert. Hierdurch wird eine höhere Temperaturabhängigkeit der Schaltungsanordnung erreicht.

Die erfindungsgemäße Bandgap-Referenzspannungsschaltung wird nachfolgend in Zusammenhang mit weiteren Figuren anhand eines Ausführungsbeispiels näher erläutert. Es zeigen:

Fig. 1: die bereits erläuterte Bandgap-Referenzspannungsschaltung nach dem Stand der Technik,

Fig. 2: ein schematisches Schnittbild durch einen Halbleiterkörper mit Vertikal-Bipolartransistor in p-Kanal-Technologie,

Fig. 3: ein Ausführungsbeispiel für eine Bandgap-Referenzspannungsschaltung nach der Erfindung in n-Wannen-Technologie und

Fig. 4: ein detaillierteres Schaltbild zu Fig. 3.

In den nachfolgenden Figuren bezeichnen, sofern nicht anders angegeben, gleiche Bezugszeichen gleiche Teile mit gleicher Bedeutung. Obwohl die in den nachfolgenden Figuren 3 und 4 vorgestellten Bandgap-Referenzspannungsschaltungen jeweils 5 Schaltungen in n-Wannen-Technologie dargestellt sind, ist es ohne weiteres möglich, diese dort vorgestellten Schaltungen auch in p-Wannen-Technologie zu realisieren.

Die in Fig. 3 dargestellte Schaltungsanordnung weist eine erste Spannungsklemme 1, die vorliegend auf Bezugspotential liegt, eine zweite Spannungsklemme 2 und eine dritte Spannungsklemme 3 auf. An der dritten Spannungsklemme 3 ist eine Versorgungsspannung Vdd angeschlossen. Zwischen der dritten Spannungsklemme 3 und der zweiten Spannungsklemme 2 liegt eine geregelte Stromquelle. An der zweiten Spannungsklemme 2 ist eine Regelspannung Vreg abgreifbar. Zwischen der ersten Spannungsklemme 1 und der zweiten Spannungsklemme 2 ist ein Endstufentransistor M18 mit seiner Laststrecke geschaltet. Dieser Endstufentransistor M18 ist im vorliegenden Beispiel 10 ein n-Kanal-MOSFET, dessen Gate-Anschluß an die Ausgangsklemme eines Komparators K geschaltet ist. Eine Versorgungsspannungsklemme des Komparators K ist mit der zweiten Spannungsklemme 2 und eine andere Versorgungsklemme dieses Komparators K mit der ersten Spannungsklemme 1 in Verbindung. Der invertierende Eingang ist mit einem Spannungsteilerpunkt A und der nichtinvertierende Eingang des Komparators K mit einem Spannungsteilerpunkt B einer Spannungsteileranordnung in Verbindung, die den "Bandgap-Kern" bildet und nachfolgend detailliert beschrieben wird.

Der Spannungsteilerpunkt A ist, ähnlich wie im Zusammenhang mit Fig. 1 erläutert, über einen ohmschen Widerstand R1 mit dem Emitteranschluß eines Bipolartransistor Q1 in Verbindung. Der Basisanschluß und Kollektoranschluß dieses Bipolartransistor Q1 ist an die erste Spannungsklemme 1 angeschlossen. Ein weiterer Bipolartransistor Q2 ist ebenfalls mit seinem Basisanschluß und seinem Kollektoranschluß an die erste Span-

nungsklemme 1 geschaltet, wobei dessen Emitteranschluß direkt mit dem Spannungsteilerpunkt B in Verbindung steht. Die beiden Bipolartransistoren Q1 und Q2 sind pnp-Bipolartransistoren und beispielsweise als parasitäre, Vertikal-
5 Bipolartransistoren (vgl. Fig. 2) realisiert.

Der Spannungsteilerpunkt A ist über die Laststrecke eines p-Kanal-MOSFET an einen Schaltungspunkt C geschaltet. Dieser Schaltungspunkt C ist über eine Stromspiegelanordnung, bestehend aus weiteren p-Kanal-MOSFETs M1, M2 und M3 an die zweite Spannungsklemme 2 geschaltet. Der zwischen dem Spannungsteilerpunkt A und dem Schaltungspunkt C befindliche MOSFET ist mit dem Bezugszeichen M19 bezeichnet. Dessen Gate-Anschluß ist einerseits an die erste Spannungsklemme 1 und andererseits
10 an den Gate-Anschluß eines weiteren p-Kanal-MOSFET M20 geschaltet. Die Laststrecke des MOSFET M20 ist zwischen den erwähnten Stromspiegel und den Spannungsteilerpunkt D geschaltet.
15

20 Die Stromspiegelanordnung weist drei p-Kanal-MOSFETs M1, M2 und M3 aus, die folgendermaßen verschaltet sind. Die Laststrecke des MOSFET M1 liegt zwischen dem Schaltungspunkt C und der zweiten Spannungsklemme 2. Der Gate-Anschluß des MOSFET M1 ist an den Schaltungspunkt C geschaltet, ebenso wie
25 der Gate-Anschluß des MOSFET M2. Die Laststrecke des MOSFET M2 liegt in Reihe zur Laststrecke des erwähnten MOSFET M20. Die beiden Gate-Anschlüsse der MOSFETs M1 und M2 sind mit dem Gate-Anschluß des MOSFET M3 in Verbindung. Die Laststrecke
30 des MOSFET M3 liegt in Reihe zu einem Widerstand R2, der mit einem Anschluß an den Spannungsteilerpunkt B geschaltet ist. Der Verbindungs punkt des Widerstandes R2 und der Laststrecke des MOSFET M3 dient zugleich als Ausgangsanschluß für die temperaturkompensierte Referenzspannung Vref. Die Laststrecke
35 MOSFET M3 liegt zwischen diesem Ausgangsanschluß und der zweiten Spannungsklemme 2.

Die Funktionsweise der in Fig. 3 dargestellten Bandgap-Referenzspannungsschaltung ist folgende.

Durchströmt den Bipolartransistor Q1 ein Strom I1, so wird
 5 dieser Strom I1 durch den Stromspiegel M1, M2 und M3 in fol-
 gender Weise eingeprägt. Durch den MOSFET M3 fließt das N-
 fache des Stromes I1 und durch den MOSFET M2 genau der Strom
 I1. Hierdurch wird ein Strom I2 im Bipolartransistor Q2 gemäß

10 (4) $I_2 = (N+1) \cdot I_1$

erzeugt.

Wegen der verschiedenen großen Ströme I1 und I2 durch die Bipo-
 15 lartransistoren Q1 und Q2 entsteht zwischen den Emitteran-
 schlüssen dieser Bipolartransistoren Q1 und Q2 eine Span-
 nungsdifferenz ΔV_{be} in der Größenordnung von etwa 50 bis
 100mV gemäß der oben erwähnten Formel (2). Diese Spannungs-
 differenz hat einen positiven Temperaturgradienten und ist
 20 direkt proportional zur Betriebstemperatur. Wird nun die
 Spannung V_{reg} in der Weise geregelt, daß die Spannungsteiler-
 punkte A und B auf gleichem Potential liegen, so wird die
 Spannung ΔV_{be} an den Ohmschen Widerstand R1 abgebildet und
 bestimmt somit den Strom I1 gemäß folgender Formel

25

$$(5) I_1 = \frac{\Delta V_{be}}{R_1}$$

Der Stromspiegel mit den MOSFETs M1, M2 und M3 prägt den
 Strom $N \cdot I_1$ in den Widerstand R2 ein. Hierdurch fällt an
 30 diesem Widerstand R2 die Spannung ΔV gemäß

$$(6) V_\Delta = R_2 \cdot N \cdot I_1 = \frac{R_2}{R_1} \cdot N \cdot \Delta V_{be}$$

35

10

ab. Werden die Formeln (2) und (4) in die Formel (6) eingesetzt, so ergibt sich ein nur von den Bauelementeparametern R_1 , R_2 , N und M abhängiger Wert gemäß nachfolgender Beziehung

$$(7) V_{\Delta} = \frac{R_2}{R_1} \cdot N \cdot \ln[M(N+1)] \cdot V_T$$

Die Summe aus der Spannung ΔV und der Spannung V_{be2} über dem Bipolartransistor Q2 ergibt die Referenzspannung V_{ref} gemäß nachfolgender Formel

10

$$(8) \quad V_{ref} = V_{be2} + V_\Delta$$

Die Bauelementeparameter R1, R2, N und M müssen jetzt so gewählt werden, daß der negative Temperaturkoeffizient der Spannung V_{be2} gerade durch den positiven Temperaturgradienten der Spannung ΔV kompensiert wird, wie nachfolgende Beziehung zeigt

$$(9) \frac{\partial V_{ref}}{\partial T} = \frac{\partial V_{be2}}{\partial T} + \frac{R_2}{R_1} \cdot N \cdot \ln[M(N+1)] \cdot \frac{\partial \Delta V_T}{\partial T} \rightarrow 0$$

20

Der Wert des Temperaturgradienten der Spannung V_{be2} beträgt etwa minus 2mV/1° Celsius. Die Formel zur Bestimmung der Design-Parameter ist folgende

$$(10) \frac{R_2}{R_1} \cdot N \cdot \ln[M(N+1)] = \frac{e}{k} \cdot 2mV = 23,2 \text{ mit } \frac{\partial V_{bc2}}{\partial T} \equiv -2mV$$

Eine der wesentlichsten Schaltungskomponenten in der Bandgap-
Referenzspannungsschaltung sind die durch die Transistoren
M19 und M20 realisierten Widerstandselemente. Die Fehlerab-
weichung des Stroms durch den MOSFET M3 von seinem theoreti-
schen Wert $I_2 = N \cdot I_1$ ist durch folgende Beziehung be-
stimmt

35

$$(11) \Delta I = \frac{V_{DS3} - V_{DS1}}{V_{EP} L_3} \text{ mit } L_3 \text{ Länge von } M_3, V_{EP} \text{ konstanter Transistorparameter}$$

5

- Diese Beziehung ist z. B. aus der Veröffentlichung Laker /Sansen: "Design Of Analog Integrated Circuits And Systems", McGraw-Hill, New York (1994), bekannt, weswegen ausdrücklich auf diese Veröffentlichung hierfür zum Zwecke der Offenbarung
- 10 Bezug genommen wird. Um diesen Spiegelfehler auf ein Minimum zu verkleinern, sind die beiden MOSFET M19 und M20 eingefügt. Sie wirken als Quasi-Konstantwiderstände mit abnehmendem Leitwert bei steigender Temperatur. Sie erzeugen an ihren Sourcekontakte, also an den Schaltungspunkten C und D, ein
- 15 Potential in der Größenordnung der Referenzspannung V_{ref} . Im Vergleich hierzu hat die Spannung an den Spannungsteilerpunkten A und B etwa den Wert zwischen 400 und 800 mV. Die Spannungsverläufe an dem Spannungsteilerpunkt A und an dem Schaltungspunkt C sind in Figur 5 über die Temperatur aufgetragen.
- 20 Man erkennt deutlich, daß die Spannungsänderung nach der Temperatur am Schaltungspunkt C wesentlich geringer ist als am Spannungsteilerpunkt A, so daß der Stromspiegel über dem gesamten Temperaturbereich von etwa $-40^\circ C$ bis $+160^\circ C$ noch ausreichend genau den N-fachen Spiegelstrom in den MOSFET M3
- 25 einprägt.

- In der Schaltungsanordnung nach Figur 3 wird im Gegensatz zu den bekannten Bandgap-Referenzspannungsschaltungen nicht die Referenzspannung V_{ref} direkt geregelt, sondern die Spannung
- 30 V_{reg} an der zweiten Spannungsklemme, die auf höherem Potentiometer liegt. Hierdurch können Störungen in der Versorgungsspannung V_{dd} an der dritten Spannungsklemme besser gedämpft werden und kleinere Störamplituden in der Referenzspannung V_{ref} erzeugen. Durch diese Entkopplung wird die Stabilität des
- 35 Badgap-Regelkreises sichergestellt. Die Regelspannung V_{reg} an der zweiten Spannungsklemme 2 kann durch die regelbare Strom-

quelle, wie sie in Figur 3 dargestellt und mit dem Bezugszeichen 4 bezeichnet ist, eingestellt werden.

In Figur 4 ist ein detailliertes Schaltbild einer erfindungsgemäßen Bandgap-Riferenzspannungsschaltung dargestellt, bei der der im Zusammenhang mit Figur 3 erläuterte Komparator K die Stromquelle 4 sowie die Endstufe M18 anhand von konkreten Schaltungselementen realisiert ist. Um Wiederholungen zu vermeiden, werden nachfolgend bei der Erläuterung der Schaltungsanordnung von Figur 4 lediglich die schaltungstechnischen Unterschiede zu Figur 3 beschrieben.

Als geregelte Stromquelle dienen die in Figur 4 dargestellten MOSFETs M4, M5, M6, M7 und M8. Hierbei sind die MOSFETs M4, M7 und M8 p-Kanal-MOSFETs und M5 und M6 n-Kanal-MOSFETs. Der MOSFET M4 ist mit einem Anschluß seiner Laststrecke an die zweite Spannungsklemme 2 und mit seinem anderen Anschluß der Laststrecke an einen Anschluß der Laststrecke des MOSFET M5 geschaltet. Der andere Anschluß der Laststrecke dieses MOSFET M5 ist mit der ersten Spannungsklemme 1 in Verbindung. Der Gate-Anschluß des MOSFET M4 ist mit dem Schaltungspunkt C der Schaltungsanordnung verbunden, während der Gate-Anschluß des MOSFET M5 einerseits mit dem Verbindungspunkt zwischen MOSFET M4 und M5 und andererseits mit dem Gateanschluß des MOSFET M6 in Verbindung steht. Die Laststrecke des MOSFET M6 ist in Reihe zur Laststrecke des MOSFET M7 geschaltet, wobei der MOSFET M6 mit einem Anschluß an der ersten Spannungsklemme 1 und damit auf Bezugspotential und ein Anschluß des MOSFET M7 mit der dritten Spannungsklemme 3 in Verbindung steht. Der Verbindungspunkt zwischen MOSFET M6 und MOSFET M7 ist mit dem Gate-Anschluß des MOSFET M7 kurzgeschlossen.

Die Regelspannung V_{reg} an der zweiten Spannungsklemme 2 wird durch einen geregelten Spannungsteiler, bestehend aus dem MOSFET M8 und dem MOSFET M18, eingestellt. Der Verbindungs punkt zwischen MOSFET M8 und MOSFET M18, der der Endstufentransistor ist, ist zugleich die zweite Spannungsklemme 2.

Die in Figur 4 weiterhin dargestellten MOSFETs M9 bis M16 bilden den Komparator K der Bandgap-Referenzspannungsschaltung. Der Komparator K ist für sich genommen aus der erwähnten Veröffentlichung Laker / Sansen (vgl. dort Seite 577) bekannt, so daß auch hierfür ausdrücklich zum Zwecke der Offenbarung hierauf Bezug genommen wird.

Der Komparator K verfügt über vier p-Kanal-MOSFETs M9, M10, M11, M16 und M17, sowie über vier n-Kanal-MOSFETs M12, M13, M14 und M15. Die MOSFETs M14 und M16 sind ebenso wie die beiden MOSFETs M15 und M17 in Reihe geschaltet und liegen zwischen der ersten Spannungsklemme 1 und zweiten Spannungsklemme 2. Die Gate-Anschlüsse der MOSFETs M16 und M17 sind miteinander verbunden sowie zugleich an den Verbindungspunkt der beiden MOSFETs M14 und M16 angeschlossen. Zwischen die erste Spannungsklemme 1 und zweite Spannungsklemme 2 ist des Weiteren die Reihenschaltung der Laststrecken des MOSFET M9, des MOSFET M10 und des MOSFET M12 geschaltet. An dem Verbindungs-punkt der beiden Laststrecken des MOSFET M9 und des MOSFET M10 und die erste Spannungsklemme 1 ist die Reihenschaltung der Laststrecken der MOSFETs M11 und M13 geschaltet. Die Gate-Anschlüsse der MOSFETs M13 und M15 sind miteinander in Verbindung und zugleich an den Verbindungspunkt der MOSFETs M11 und M13 geschaltet. In ähnlicher Weise sind die Gate-Anschlüsse der MOSFETs M12 und M14 an den Verbindungspunkt zwischen MOSFET M10 und MOSFET M12 geschaltet. Der Gate-Anschluß des MOSFET M9 ist mit dem Schaltungspunkt C der Schaltungsanordnung in Verbindung.

Der Gate-Anschluß des MOSFET M11 ist der invertierende Eingang des Komparators K und deshalb an den Spannungsteilerpunkt A geschaltet. Der Gate-Anschluß des MOSFET M10 ist der nichtinvertierende Eingang des Komparators K und folglich an den Spannungsteilerpunkt B angeschlossen. Der Ausgangsanschluß des Komparators K ist zugleich der Verbindungspunkt der beiden MOSFETs M15 und M17. Der Ausgangsanschluß des Kom-

parators K ist mit dem Gate-Anschluß des MOSFET M18 in Verbindung.

Auch bei dieser in Figur 4 dargestellten Schaltungsanordnung wird ein durch die Bandgap-Referenzspannungsschaltung bestimmter Konstantstrom in den MOSFET M8 eingeprägt. Eine Regelabweichung an den Spannungsteilerpunkt A und B wird durch den Komparator K verstärkt und durch Änderung der Gate-Source-Spannung am MOSFET M18 in der Endstufe ausgeregelt.

Der Komparator K hat zur Verkleinerung des Komparatoroffsets eine symmetrische Eingangsstufe. Um ein stabiles Arbeiten des gesamten Regelkreises zu gewährleisten, ist ein Dämpfungsglied, hier ein RC-Glied, zwischen den Drainanschluß und den Gate-Anschluß des Endstufentransistors M18 eingebaut. Das Dämpfungslied ist im vorliegenden Fall ein RC-Glied, dessen Kondensator C1 mit einem Anschluß an die zweite Spannungsklemme 2 und mit dem zweiten Anschluß an den Widerstand R4 geschaltet ist. Der freie Anschluß dieses Widerstandes R4 ist an den Gate-Aanschluß des Endstufentransistors M18 gelegt.

Die Schaltungsanordnung von Figur 3 bzw. 4 ermöglicht in bezug auf die Anpassung und Dimensionierung der Bipolartransistoren Q1 und Q2 die äußerst günstige Wahl der Bauelementeparameter $R_1 = R_2$ und $M = 1$. Des weiteren kann der Wert der Widerstände R_1 und R_2 sehr klein gehalten und gleichzeitig ein nur sehr kleiner Strom eingestellt werden.

Bezugszeichenliste

1	erste Spannungsklemme
2	zweite Spannungsklemme
5 3	dritte Spannungsklemme
M1..M30	MOSFET Transistoren
Q1, Q2	Transistoren
R1...R4	Widerstände
10 A, B	Spannungsteilerpunkte
C, D	Schaltungspunkte
C1	Kondensator
V _{ref}	Referenzspannung
V _{reg}	Regelspannung
15 V _{DD}	Versorgungsspannung
V _A	Spannung
ΔV _{be}	Spannung
K	Differenzverstärkereinrichtung
I ₁	Strom
20 I ₂	Strom

Patentansprüche

1. Bandgap-Referenzspannungsschaltung zur Erzeugung einer temperaturkompensierten Referenzspannung (V_{ref}) mit einem
5 zwischen eine erste und zweite Spannungsklemme (1, 2) ge- schalteten ersten und zweiten Spannungsteiler, die jeweils einen an die erste Spannungsklemme (1) als Diode geschalteten Transistor (Q1, Q2) aufweisen, wobei der erste Transistor (Q1) im ersten Spannungsteiler über einen ohmschen Widerstand (R1) und der zweite Transistor (Q2) im zweiten Spannungsteiler di-
10 rekt an einen Spannungsteilerpunkt (A, B) des jeweiligen Spannungsteilers geschaltet ist und die beiden Spannungstei- lerpunkte (A, B) jeweils über eine Widerstandseinrichtung an die zweite Spannungsklemme (2) geschaltet sind, und mit einer
15 Differenzverstärkeranordnung (K), welche ausgangsseitig an die erste Spannungsklemme (1), mit ihrem invertierenden Ein- gang an den Spannungsteilerpunkt (A) des ersten Spannungstei- lers und mit ihrem nichtinvertierenden Eingang an den Span-
nungsteilerpunkt (B) des zweiten Spannungsteilers geschaltet
20 ist,

d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t, daß die Wider- standseinrichtungen durch Widerstandselemente (M19, M20) mit abnehmendem Leitwert bei steigender Temperatur gebildet und über eine Stromspiegelanordnung (M1, M2, M3) an die zweite
25 Spannungsklemme (2) angeschlossen sind, daß an den Spannungs- teilerpunkt (B) des zweiten Spannungsteilers ein ohmscher Wi- derstand (R2) geschaltet ist, welcher mit seiner freien Klem- me, an der die Referenzspannung (V_{ref}) abgreifbar ist, über die Laststrecke eines Transistors (M3) an die zweite Span-
30 nungsklemme (2) geschaltet ist, wobei der Steueranschluß die- ses Transistors (M3) mit dem Verbindungspunkt des Stromspie- gels (M1, M2) und einem Widerstandselement (M19) verbunden ist, daß Versorgungsspannungsklemmen der Differenzverstär- keranordnung (K) mit den ersten und zweiten Spannungsklemmen
35 (1, 2) verbunden sind, und daß eine regelbare Stromquelle (4) vorgesehen ist, die zwischen die zweite Spannungsklemme (2) und eine dritte Spannungsklemme (3) geschaltet ist.

2. Bandgap-Referenzspannungsschaltung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die als Diode geschalteten Transistoren (Q1, Q2) jeweils Bipolartransistoren sind, deren Basisanschlüsse und Kollektoranschlüsse miteinander kurzgeschlossen sind.
- 5
3. Bandgap-Referenzspannungsschaltung nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, daß die Bipolartransistoren vertikale Bipolartransistoren in n-Wannen-Technologie oder p-Wannen-Technologie sind.
- 10
4. Bandgap-Referenzspannungsschaltung nach einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, daß die Widerstandselemente (M19, M20) durch Transistoren realisiert sind.
- 15
5. Bandgap-Referenzspannungsschaltung nach Anspruch 4, dadurch gekennzeichnet, daß die Transistoren als MOSFETs ausgebildet, und mit ihren Laststrecken in Serie in den jeweiligen Spannungsteilern eingeschleift und mit den jeweiligen Gate-Anschlüssen der ersten Spannungsklemme (1) verbunden sind.
- 20
6. Bandgap-Referenzspannungsschaltung nach einem der Ansprüche 1 bis 6, dadurch gekennzeichnet, daß die Spannung (V_{reg}) an der zweiten Spannungsklemme (2) so gewählt ist, daß an den Spannungsteilerpunkten (A, B) gleiches Potential anliegt.
- 25
7. Bandgap-Referenzspannungsschaltung nach einem der Ansprüche 1 bis 6, dadurch gekennzeichnet, daß der Stromspiegel (M1, M2) so dimensioniert ist, daß durch den einen Transistor (M2) der N-fache Strom des anderen Transistors (M1) fließt.
- 30
8. Bandgap-Referenzspannungsschaltung nach Anspruch 7, dadurch gekennzeichnet, daß die Bauelementeparameter der Widerstände (R1, R2), der Stromverstärkungsfaktor (N) und das Emitterflächenverhältnis zwischen den beiden Bipolartransistoren (Q1, Q2) so gewählt ist, daß der negative Temperatur-
- 35

koeffizient zwischen der an Basis und Emitter des zweiten Bipolartransistors (Q2) abfallenden Spannung (V_{be2}) gerade durch den positiven Temperaturgradienten der am Widerstand (R2) abfallenden Spannung ($V\Delta$) kompensiert wird.

5

9. Bandgap-Referenzspannungsschaltung nach Anspruch 8, dadurch gekennzeichnet, daß die ohmschen Widerstandswerte der beiden Widerstände (R1, R2) gleich gewählt und der Faktor M gleich 1 gewählt wird.

10

10. Bandgap-Referenzspannungsschaltung nach einem der Ansprüche 1 bis 9, dadurch gekennzeichnet, daß die Spannung (V_{reg}) an der zweiten Spannungsklemme (2) durch einen geregelten Spannungsteiler (M8, M18) einstellbar ist.

15

11. Bandgap-Referenzspannungsschaltung nach einem der Ansprüche 1 bis 10, dadurch gekennzeichnet, daß die Differenzverstärkungsanordnung (K) ausgangsseitig mit einem Endstufentransistor (M18) verbunden ist, wobei der Endstufentransistor (M18) mit seiner Laststrecke zwischen der ersten Spannungsklemme (1) und der zweiten Spannungsklemme (2) liegt.

20
25
30

12. Bandgap-Referenzspannungsschaltung nach Anspruch 11, dadurch gekennzeichnet, daß zwischen der zweiten Spannungsklemme (2) und dem Gate-Anschluß des Endstufentransistors (M18) ein Dämpfungsglied, insbesondere ein RC-Glied (C1, R4) geschaltet ist.

1/4

FIG 1

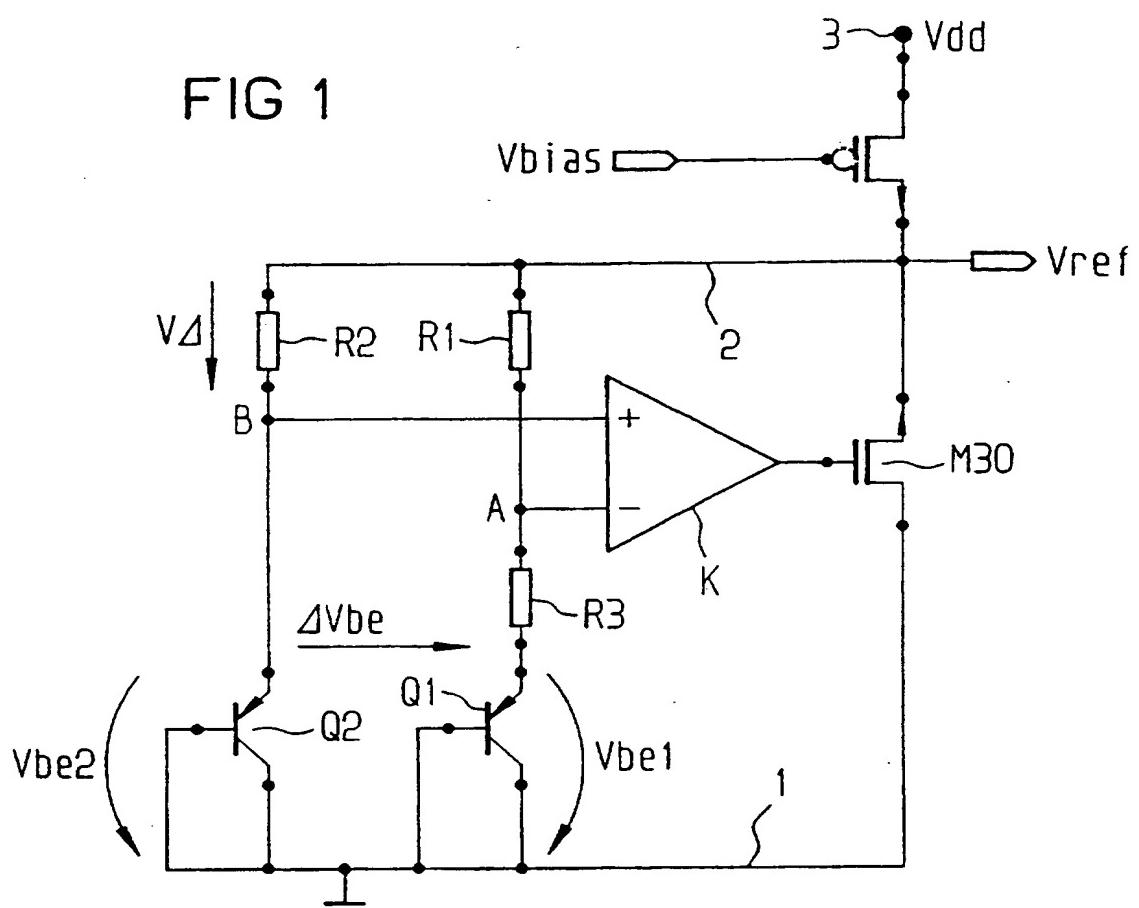
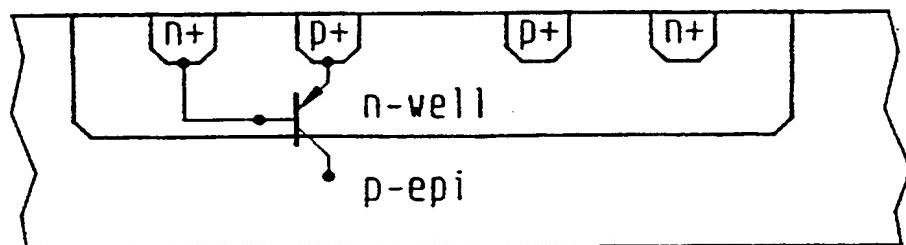
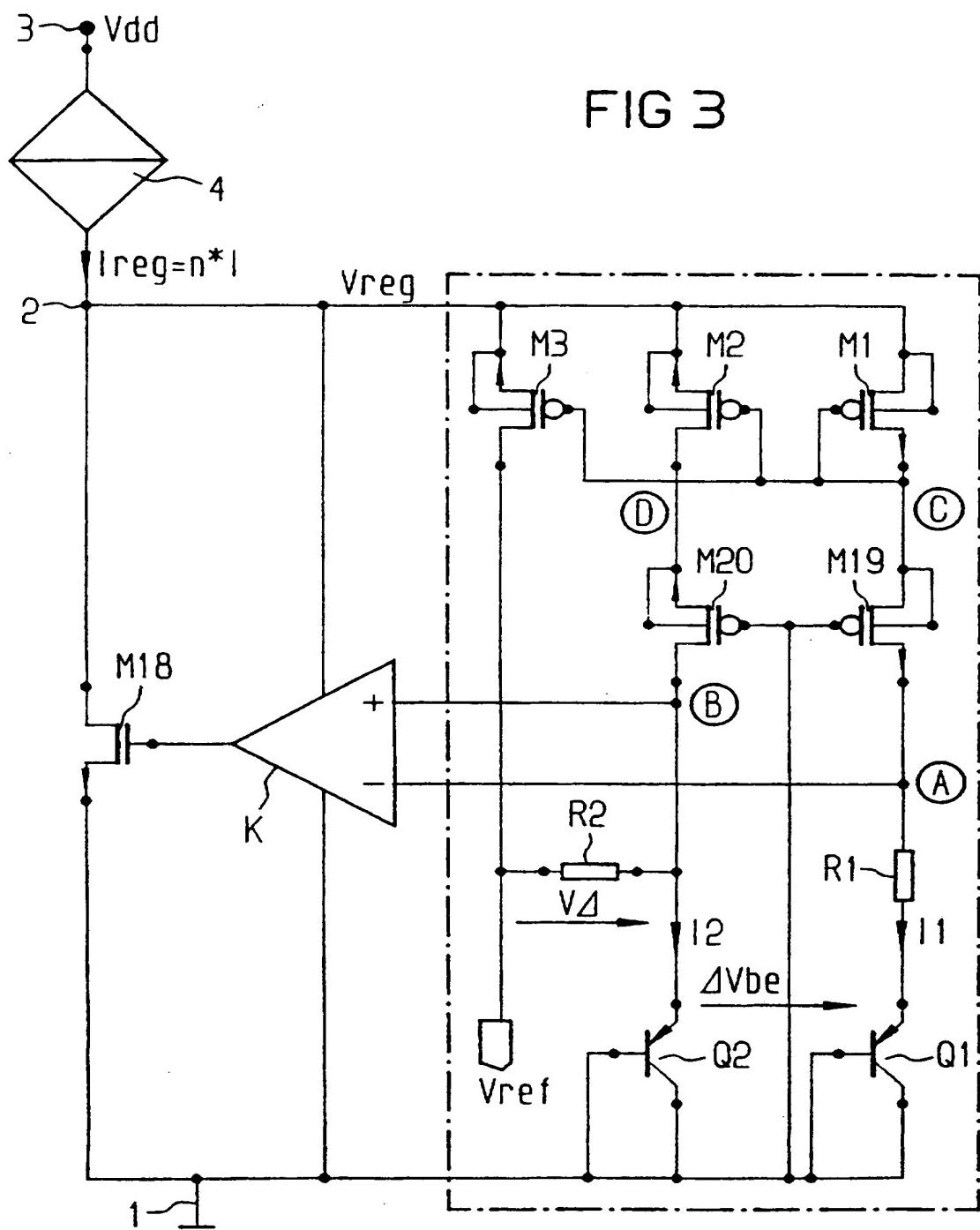


FIG 2

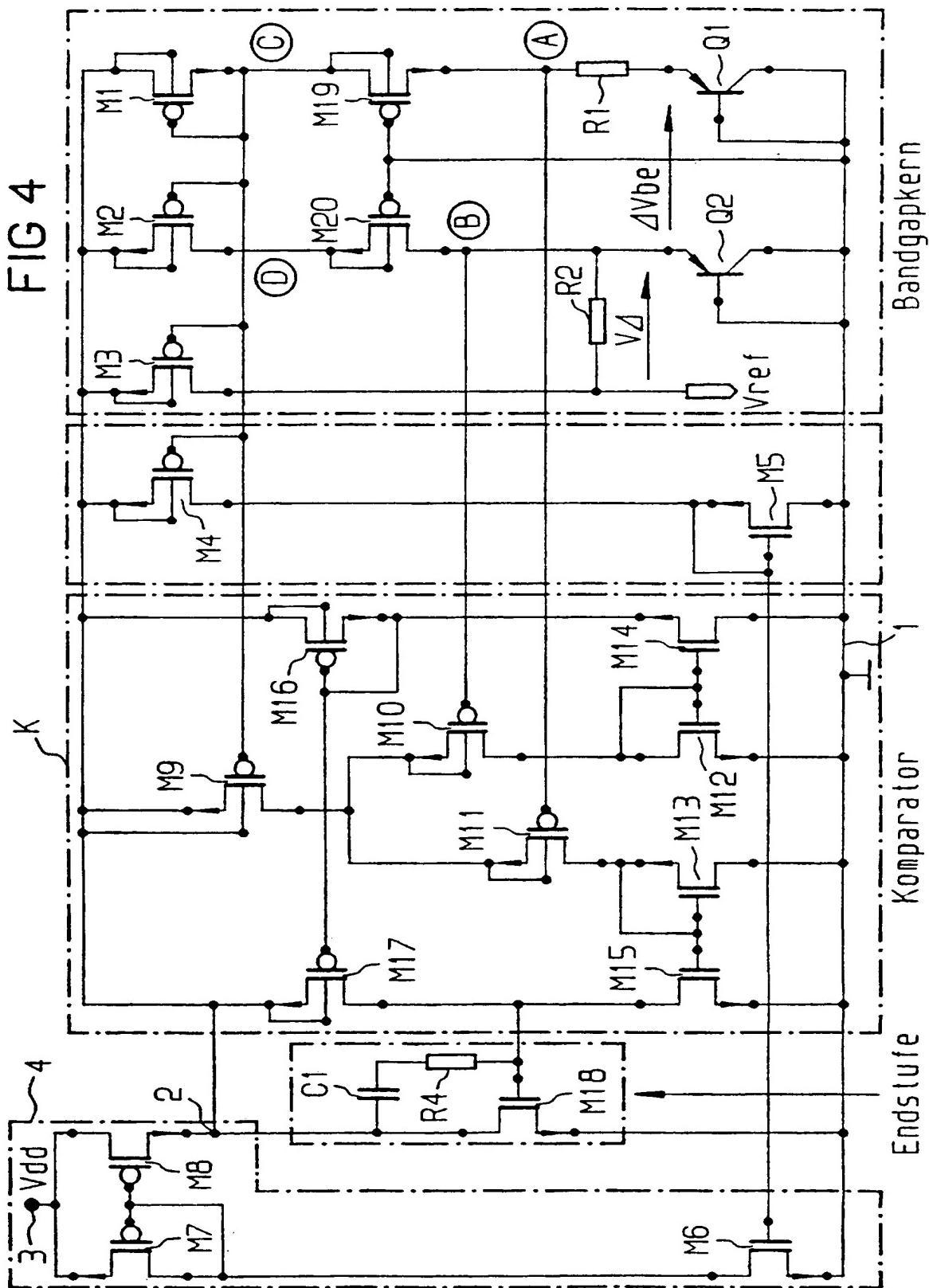


2/4



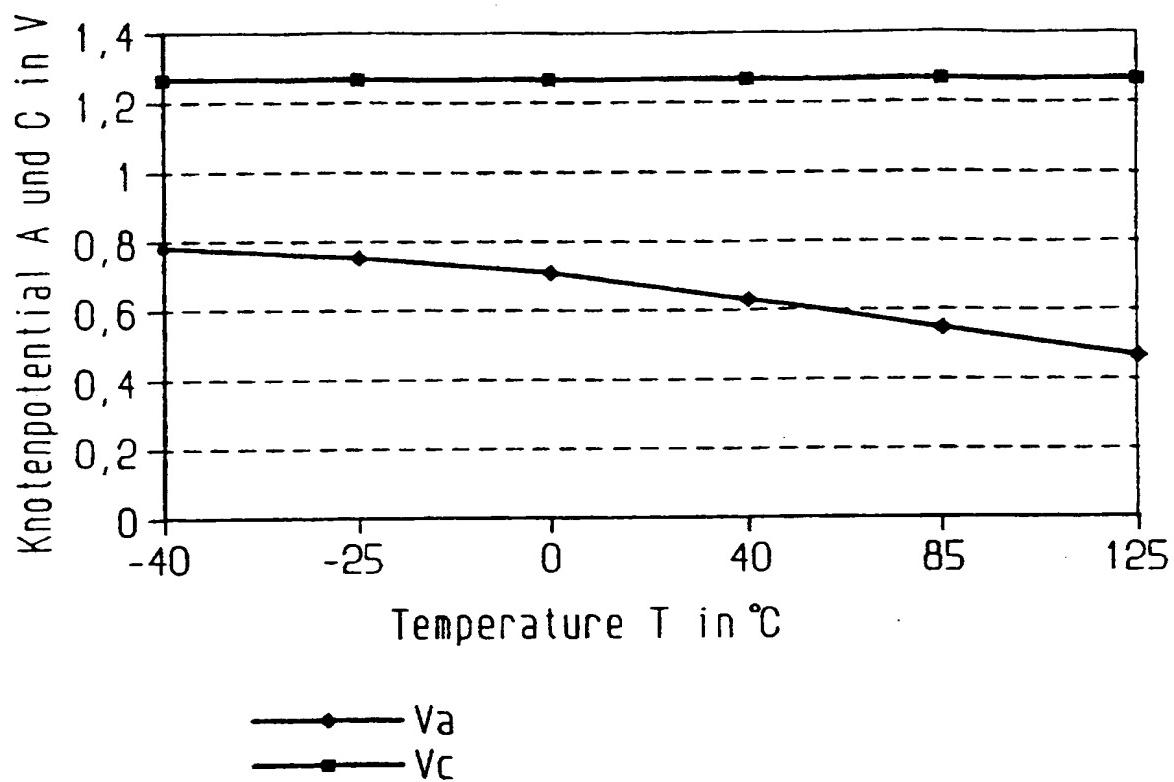
3/4

FIG 4



4/4

FIG 5



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Int'l Application No
PCT/DE 97/00939

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
IPC 6 G05F3/26

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)
IPC 6 G05F

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practical, search terms used)

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category *	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	US 4 849 684 A (SONNTAG ET AL.) 18 July 1989 see the whole document ---	1
A	EP 0 661 616 A (AT & T CORP) 5 July 1995 see the whole document ---	1
A	US 4 896 094 A (GREAVES CARLOS A ET AL) 23 January 1990 see the whole document -----	1

Further documents are listed in the continuation of box C.

Patent family members are listed in annex.

* Special categories of cited documents :

- "A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance
- "E" earlier document but published on or after the international filing date
- "L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)
- "O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means
- "P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

- "T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention
- "X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone
- "Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art.
- "&" document member of the same patent family

1

Date of the actual completion of the international search	Date of mailing of the international search report
11 September 1997	25. 09. 97
Name and mailing address of the ISA European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2 NL - 2280 HV Rijswijk Tel. (+ 31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl. Fax: (+ 31-70) 340-3016	Authorized officer Schobert, D

Form PCT/ISA/210 (second sheet) (July 1992)

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

Inte onal Application No

PCT/DE 97/00939

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)	Publication date
US 4849684 A	18-07-89	NONE	
EP 0661616 A	05-07-95	US 5512817 A JP 7249949 A	30-04-96 26-09-95
US 4896094 A	23-01-90	NONE	

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Internationales Aktenzeichen
PCT/DE 97/00939

A. KLASIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES

IPK 6 G05F3/26

Nach der Internationalen Patentklassifikation (IPK) oder nach der nationalen Klassifikation und der IPK

B. RECHERCHIERTE GEBIETE

Recherchierte Mindestprustoff (Klassifikationssystem und Klassifikationsymbole)
IPK 6 G05F

Recherchierte aber nicht zum Mindestprustoff gehörende Veröffentlichungen, soweit diese unter die recherchierten Gebiete fallen

Während der internationalen Recherche konsultierte elektronische Datenbank (Name der Datenbank und evtl. verwendete Suchbegriffe)

C. ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
A	US 4 849 684 A (SONNTAG ET AL.) 18.Juli 1989 siehe das ganze Dokument ---	1
A	EP 0 661 616 A (AT & T CORP) 5.Juli 1995 siehe das ganze Dokument ---	1
A	US 4 896 094 A (GREAVES CARLOS A ET AL) 23.Januar 1990 siehe das ganze Dokument -----	1

Weitere Veröffentlichungen sind der Fortsetzung von Feld C zu entnehmen

Siehe Anhang Patentfamilie

- * Besondere Kategorien von angegebenen Veröffentlichungen :
- *A* Veröffentlichung, die den allgemeinen Stand der Technik definiert, aber nicht als besonders bedeutsam anzusehen ist
- *E* älteres Dokument, das jedoch erst am oder nach dem internationalen Anmeldedatum veröffentlicht worden ist
- *L* Veröffentlichung, die geeignet ist, einen Prioritätsanspruch zweifelhaft erscheinen zu lassen, oder durch die das Veröffentlichungsdatum einer anderen im Recherchenbericht genannten Veröffentlichung belegt werden soll oder die aus einem anderen besonderen Grund angegeben ist (wie ausgeführt)
- *O* Veröffentlichung, die sich auf eine mündliche Offenbarung, eine Benutzung, eine Ausstellung oder andere Maßnahmen bezieht
- *P* Veröffentlichung, die vor dem internationalen Anmeldedatum, aber nach dem beanspruchten Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist
- *T* Spätere Veröffentlichung, die nach dem internationalen Anmeldedatum oder dem Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist und mit der Anmeldung nicht kollidiert, sondern nur zum Verständnis des der Erfindung zugrundeliegenden Prinzips oder der ihr zugrundeliegenden Theorie angegeben ist
- *X* Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfundung kann allein aufgrund dieser Veröffentlichung nicht als neu oder auf erforderlicher Tätigkeit beruhend betrachtet werden
- *Y* Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfundung kann nicht als auf erforderlicher Tätigkeit beruhend betrachtet werden, wenn die Veröffentlichung mit einer oder mehreren anderen Veröffentlichungen dieser Kategorie in Verbindung gebracht wird und diese Verbindung für einen Fachmann naheliegend ist
- *&* Veröffentlichung, die Mitglied derselben Patentfamilie ist

1

Datum des Abschlusses der internationalen Recherche	Absendedatum des internationalen Recherchenberichts
11.September 1997	25. 09. 97
Name und Postanschrift der Internationale Recherchenbehörde	Bevollmächtigter Bediensteter

Europäisches Patentamt, P.B. 5818 Patentlaan 2
NL - 2280 HV Rijswijk
Tel. (+ 31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,
Fax (+ 31-70) 340-3016

Schobert, D

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Int. nationales Aktenzeichen

PCT/DE 97/00939

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
US 4849684 A	18-07-89	KEINE	
EP 0661616 A	05-07-95	US 5512817 A JP 7249949 A	30-04-96 26-09-95
US 4896094 A	23-01-90	KEINE	